

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-272304

(P2003-272304A)

(43) 公開日 平成15年9月26日 (2003.9.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマコード* (参考)
G 1 1 B 20/10 7/005	3 4 1	G 1 1 B 20/10 7/005	3 4 1 B 5 D 0 4 4 Z 5 D 0 9 0

審査請求 有 請求項の数16 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2002-69138 (P2002-69138)

(22) 出願日 平成14年3月13日 (2002.3.13)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 長井 裕士

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社

東芝柳町事業所内

(72) 発明者 柏原 裕

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社

東芝柳町事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

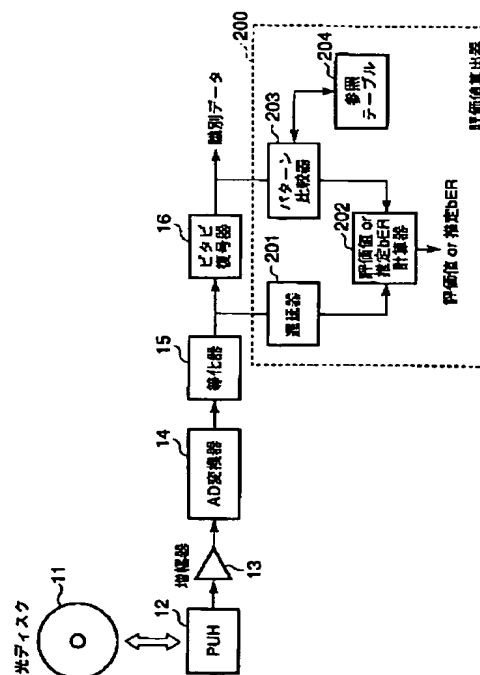
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報記録再生装置とその信号評価方法及び情報記録再生媒体

(57) 【要約】

【課題】 再生信号に対して、あらかじめ誤りやすいパターン対し、各種パターンのテーブルを作成することにより少ない計算量で信号品質の評価値を算出する。

【解決手段】 PRML 識別方式を用いて識別信号を得る情報記録再生装置において、正パターンとその理想信号、これに対応する誤パターンとその理想信号、正パターンと誤パターンとのユークリッド距離のテーブル204と、識別信号が上記テーブルの何れかのパターンと一致した場合、正パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離と、誤パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離との差を算出する手段202と、差の分布の平均、標準偏差を用いて識別信号を評価する手段202とを具備する。これにより、少ない計算量で高精度な評価をすることができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 識別方式にパーシャル・レスポンス・アンド・マキシマム・ライクリーフッド（PRML）識別方式を用いて識別信号を得る情報記録再生装置において、
正パターンとその理想信号、これに対応する誤パターンとその理想信号、前記正パターンと誤パターンとのユークリッド距離のテーブルと、
前記識別信号が上記テーブルの何れかのパターンと一致した場合、前記正パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離と、誤パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離との差を算出する手段と、
前記差の分布の平均、標準偏差を用いて再生信号を評価する手段と、を具備する情報記録再生装置。
【請求項2】 前記評価手段は、正パターンをT、誤パターンをF、再生信号をS、パターンT、Fの理想信号を各々PT、PFとし、

【数1】

$$D = E_{F,S}^2 - E_{T,S}^2$$

【数2】

$$\text{ここで、} E_{1,2} = \sqrt{\sum_1 (P_{11} - P_{21})^2}$$

累積したDの分布の平均、標準偏差を μ 、 σ とし、パターンTからパターンFへの誤識別の発生確率F（0）

【数3】

$$F(0) = \int_{-\infty}^0 \frac{\exp\{-(x - \mu)^2 / 2\sigma^2\}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dx$$

を用いて、

推定BER = $\sum C_T \cdot F(0) \cdot H_{T,F}$
ただし、 C_T は、パターンTの発生確率、 $H_{T,F}$ は、パターンTとパターンFのハミング距離を示すを求めるものである請求項1記載の情報記録再生装置。

【請求項3】 前記評価手段は、さらに

評価値 = $\sum C_T \cdot \mu / \sigma \cdot H_{T,F}$

を求めるものである請求項2記載の情報記録再生装置。

【請求項4】 前記識別信号は再生信号を復号した信号である請求項1乃至請求項3のいずれか一項記載の情報記録再生装置。

【請求項5】 識別方式にパーシャル・レスポンス・アンド・マキシマム・ライクリーフッド（PRML）識別方式を用いて識別信号を得る情報記録再生装置において、

正パターンとその理想信号、これに対応する誤パターンとその理想信号、前記正パターンと誤パターンとのユークリッド距離のテーブルと、
識別信号と同期した記録信号が上記テーブルの何れかのパターンと一致した場合、前記正パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離と、誤パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離との差を算出する手段と、
前記差の分布の平均、標準偏差を用いて再生信号を評価する手段と、を具備する情報記録再生装置。

2

と再生信号のユークリッド距離との差を算出する手段と、

前記差の分布の平均、標準偏差を用いて再生信号を評価する手段と、を具備する情報記録再生装置。

【請求項6】 前記評価手段は、正パターンをT、誤パターンをF、再生信号をS、パターンT、Fの理想信号を各々PT、PFとし、

【数4】

$$D = E_{F,S}^2 - E_{T,S}^2$$

【数5】

$$\text{ここで、} E_{1,2} = \sqrt{\sum_1 (P_{11} - P_{21})^2}$$

累積したDの分布の平均、標準偏差を μ 、 σ とし、パターンTからパターンFへの誤識別の発生確率F（0）

【数6】

$$F(0) = \int_{-\infty}^0 \frac{\exp\{-(x - \mu)^2 / 2\sigma^2\}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dx$$

20 を用いて、

推定BER = $\sum C_T \cdot F(0) \cdot H_{T,F}$

ただし、 C_T は、パターンTの発生確率、 $H_{T,F}$ は、パターンTとパターンFのハミング距離を示すを求めるものである請求項5記載の情報記録再生装置。

【請求項7】 前記評価手段は、さらに

評価値 = $\sum C_T \cdot \mu / \sigma \cdot H_{T,F}$

を求めるものである請求項6記載の情報記録再生装置。

【請求項8】 識別方式にパーシャル・レスポンス・アンド・マキシマム・ライクリーフッド（PRML）識別方式を用いて識別信号を得る信号評価方法において、

正パターンとその理想信号、これに対応する誤パターンとその理想信号、前記正パターンと誤パターンとのユークリッド距離のテーブルを参照し、

前記識別信号が上記テーブルの何れかのパターンと一致した場合、前記正パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離と、誤パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離との差を算出し、

前記差の分布の平均、標準偏差を用いて再生信号を評価する信号評価方法。

30

【請求項9】 前記評価ステップは、正パターンをT、誤パターンをF、再生信号をS、パターンT、Fの理想信号を各々PT、PFとし、

【数7】

$$D = E_{F,S}^2 - E_{T,S}^2$$

【数8】

$$\text{ここで、} E_{1,2} = \sqrt{\sum_i (P_{11} - P_{21})^2}$$

累積したDの分布の平均、標準偏差を μ 、 σ とし、パターンTからパターンFへの誤識別の発生確率F（0）

50

3

【数9】

$$F(0) = \int_{-\infty}^0 \frac{\exp\{-(x - \mu)^2 / 2\sigma^2\}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dx$$

を用いて、

$$\text{推定 } bER = \sum C_T \cdot F(0) \cdot H_{T,F}$$

ただし、 C_T は、パターンTの発生確率、 $H_{T,F}$ は、パターンTとパターンFのハミング距離を示すを求めるものである請求項8記載の信号評価方法。

【請求項10】 前記評価ステップは、さらに

$$\text{評価値} = \sum C_T \cdot \mu / \sigma \cdot H_{T,F}$$

を求めるものである請求項9記載の信号評価方法。

【請求項11】 前記識別信号は再生信号を復号した信号である請求項8乃至請求項10のいずれか一項記載の信号評価方法。

【請求項12】 識別方式にパーシャル・レスポンス・アンド・マキシマム・ライクリーフッド (PRML) 識別方式を用いて識別信号を得る信号評価方法において、正パターンとその理想信号、これに対応する誤パターンとその理想信号、前記正パターンと誤パターンとのユークリッド距離のテーブルを参照し、識別信号と同期した記録信号が上記テーブルの何れかのパターンと一致した場合、前記正パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離と、誤パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離との差を算出し、前記差の分布の平均、標準偏差を用いて再生信号を評価する信号評価方法。

【請求項13】 前記評価ステップは、正パターンをT、誤パターンをF、再生信号をS、パターンT、Fの理想信号を各々PT、PFとし、

【数10】

$$D = E_{F,S}^2 - E_{T,S}^2$$

【数11】

$$\text{ここで、} E_{1,2} = \sqrt{\sum_i (P_{1i} - P_{2i})^2}$$

累積したDの分布の平均、標準偏差を μ 、 σ とし、パターンTからパターンFへの誤識別の発生確率F(0)

【数12】

$$F(0) = \int_{-\infty}^0 \frac{\exp\{-(x - \mu)^2 / 2\sigma^2\}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dx$$

を用いて、

$$\text{推定 } bER = \sum C_T \cdot F(0) \cdot H_{T,F}$$

ただし、 C_T は、パターンTの発生確率、 $H_{T,F}$ は、パターンTとパターンFのハミング距離を示すを求めるものである請求項12記載の信号評価方法。

【請求項14】 前記評価ステップは、さらに

$$\text{評価値} = \sum C_T \cdot \mu / \sigma \cdot H_{T,F}$$

を求めるものである請求項13記載の信号評価方法。

4

【請求項15】 請求項1乃至請求項7のいずれか一項記載の情報記録再生装置により情報が記録され、前記評価値が所定値より悪い場合は、所定の改善処理が行なわれた情報記録再生媒体。

【請求項16】 請求項9乃至請求項14のいずれか一項記載の信号評価方法で推定bERが 1×10^{-3} 以下である情報記録再生媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、情報記録再生装置及び方法と情報記録媒体に関するもので、特に情報記録媒体に記録された信号を再生し、その再生信号の評価する評価手段、評価方法の改善に係わる。

【0002】

【従来の技術】 情報記録再生装置における信号処理として、PRML (Partial Response and Maximum Likelihood) (パーシャルレスポンスアンドマキシマムライクリーフッド) 識別方式がある。

【0003】 また、PRML識別方式を用いたシステムにおける信号品質の評価に関連する技術として、Sharp社のSAMER (SAM Error Rate)、公開情報ISOM'01 (International Symposium On Optical Memory 2001) Technical Digest P272) がある。

【0004】 PRML識別方式では記録再生特性に応じたPR (Partial Response) 特性が用いられる。例としてPR (1, 2, 2, 1) 特性の説明をする。PR (1, 2, 2, 1) 特性の場合、タップ係数が1, 2, 2, 1である4タップのFIR (Finite Impulse Response) フィルタが用いられる。そしてFIRフィルタに、例えば00010000という系列が入力すると、その出力は、00012210となる。同様に、000110000が入力すると、000134310を出力、0001110000が入力すると、000135531を出力、00011110000が入力すると、00013565310を出力する。これらの出力が各ビット系列における理想信号である。次に、ビタビ復号器はフィルタ (等化器) より入力された再生信号と理想信号とを比較し、最も近い系列を選択する。またユークリッド距離という概念が導入されている。ユークリッド距離 E^2 とは信号間の距離を示すもので信号 S_A 、 S_B を仮定すると、次のように定義される。

$$\text{【0005】 } E^2 = \sum (S_A - S_B)^2$$

図15にSAMER計算の概略を示す。光ディスク11に記録されている情報は光ヘッド装置 (PUH) 12により光学的に読取られ、電気信号に変換されて出力される。この信号は、増幅器13で増幅されてアナログデジ

5

タル (AD) 変換器 14 で 2 値化され、等化器 15 に入力され、波形等化される。等化器 15 の出力は、ビタビ復号器 16、SAM (Sequenced Amplitude Margin) 計算器 17 に入力される。ビタビ復号器 16 の出力が識別データとなり外部に出力される。SAM 計算器 17 の出力 SAM 値は外部に出力されるととともに、SAMER (SAM Error Rate) 計算器 18 にも入力される。

【0006】図 16 を参照して、SAMER 計算器 17 の処理を説明する。等化器 15 から再生信号が入力され 10 と、SAM 計算器 17 は N チャンネルの全パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離を計算する (ステップ A1, A2)。次に計算したパターン毎のユークリッド距離を比較し最も小さい値 E_{\min} とその次に小さい値 E_{next} を選出する (ステップ A3)。この時、ユークリッド距離が E_{\min} であるビットパターンはビタビ復号器 16 が選択するパターンと同じである。

【0007】次に選ばれた E_{\min} 、 E_{next} に対し $E_{\text{next}}^2 - E_{\min}^2 (= \text{SAM})$ を計算する (ステップ A4)。これはビタビ復号器 16 が選択するパターンと、20

$$\begin{aligned}
 E_{\min}^2 &= (6-5.9)^2 + (6-6.1)^2 + (6-5.9)^2 + \dots \\
 &\quad + (0-0.1)^2 \\
 &= 0.08 \\
 E_{\text{next}}^2 &= (6-5.9)^2 + (6-6.1)^2 + (5-5.9)^2 + \dots \\
 &\quad + (0-0.1)^2 \\
 &= 8.88 \\
 S_2 \text{ については、} \\
 E_{\min}^2 &= (6-5.8)^2 + (6-6.0)^2 + (6-5.8)^2 + \dots \\
 &\quad + (0-0.2)^2 \\
 &= 0.36 \\
 E_{\text{next}}^2 &= (6-5.8)^2 + (6-6.0)^2 + (5-5.8)^2 + \dots \\
 &\quad + (0-0.2)^2 \\
 &= 7.76
 \end{aligned}$$

となり、 S_1 は $E_{\text{next}}^2 - E_{\min}^2 = 8.8$ 、 S_2 は $E_{\text{next}}^2 - E_{\min}^2 = 7.4$ となる。この結果 S_1 の方が大きいのでこちらのほうが誤りにくいと言える。40 このように SAM 計算器 17 は等化器 15 から再生信号が入力されるたびに、上記の手順で計算を行い、 $E_{\text{next}}^2 - E_{\min}^2$ の計算結果を累積し、その分布をとることで信号の評価を行なう。

【0010】一方、SAMER 計算器 18 は SAM の分布より、予想される bER (bit error rate) を算出する (ステップ A5)。上記したように SAM の分布は $E_{\text{next}}^2 - E_{\min}^2$ により得られる。ビタビ復号器 16 は等化器 15 より入力される等化信号と最も近い理想信号を選択するため E_{next}^2 と E_{\min}^2 は常に 50

6

*次に選択するであろうパターンを比較することである。 $E_{\text{next}}^2 - E_{\min}^2$ の分布は正規分布ではない。このとき $E_{\text{next}}^2 - E_{\min}^2$ が大きい程復号で誤る可能性は低くなり、小さい程高くなる。

【0008】具体的に数字を用いて説明すると、PR 等化された以下の再生信号 S_1 、 S_2 を仮定する。

$$\begin{aligned}
 S_1 &= [5.9 \quad 6.1 \quad 5.9 \\
 &\quad 4.9 \quad 2.9 \quad 0.9 \quad 0.1 \quad 0.0 \quad 0.1] \\
 S_2 &= [5.8 \quad 6.0 \quad 5.8 \quad 4.7 \quad 2.7 \\
 &\quad 1.1 \quad 0.2 \quad 0.1 \quad 0.2]
 \end{aligned}$$

この 2 つの再生信号 S_1 、 S_2 に対して、全パターンの理想信号のユークリッド距離を計算する。ユークリッド距離を比較した結果、 S_1 、 S_2 のユークリッド距離が最小の理想信号が $[6 \quad 6 \quad 6 \quad 5 \quad 3 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$ (これは $[1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$ の上記 FIR フィルタの出力)、次に小さい理想信号が $[6 \quad 6 \quad 5 \quad 3 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$ (同様に $[1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$ の出力) になったとするとユークリッド距離はそれぞれ S_1 については、

$E_{\text{next}}^2 > E_{\min}^2$ の関係となる。しかし、識別エラーが起こるのは、 E_{\min} ではなく間違つて E_{next} を選択する場合であり、この時は $E_{\text{next}}^2 < E_{\min}^2$ の関係となる。SAM の分布ではこの範囲はありえないが、図 17 における分布の μ 以下が正規分布であると仮定し、この時の標準偏差 σ 、平均 μ をガウスの確率密度関数で近似することにより $E_{\text{next}}^2 < E_{\min}^2$ の範囲を推定する。具体的には図 17 における $F(\text{Th})$ が $E_{\text{next}}^2 < E_{\min}^2$ の範囲であり、この部分がエラーに相当する。SAMER 計算器 18 は $F(\text{Th})$ を求めることで推定される bER を算出する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】SAM 及び SAMER

の問題点は、あるビット系列に対しユークリッド距離が最小となるビット系列の組を作ると、組毎に最小となるユークリッド距離が異なることである。このため $E_{\text{next}}^2 - E_{\text{min}}^2$ の分布をとった際、分布は複数に分れ、評価値にならないことがある。さらに、S AMER の μ 以下の範囲において分布の正規性が崩れる場合が考えられ、この時推定される bER と実際の bER の間に誤差が生じる可能性がある。また、1 チャンネル再生信号が入力される毎に、全系列の理想信号とそのユークリッド距離を計算し、最小の値と次に小さい値を選択するため計算量が10 多くなる。

【0012】そこで本発明は、あらかじめ誤りやすいパターンに対して、誤パターンのパターンテーブルを作成することで、少ない計算量で評価値及び推定 bER を算出することである。また、各パターン毎に分布をとること、正規性の良い分布から高精度な評価値及び推定 bER を算出することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記した課題を解決し目的を達成するために、本発明は以下に示す手段を用いて20 いる。

【0014】(1) 識別方式にパーシャル・レスポンス・アンド・マキシマム・ライクリーフッド (PRML) 識別方式を用いて識別信号を得る情報記録再生装置において、正パターンとその理想信号、これに対応する誤パターンとその理想信号、前記正パターンと誤パターンとのユークリッド距離のテーブルと、前記識別信号が上記テーブルの何れかのパターンと一致した場合、前記正パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離と、誤パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離との30 差を算出する手段と、前記差の分布の平均、標準偏差を用いて再生信号を評価する手段と、を具備する情報記録再生装置。

【0015】(2) 識別方式にパーシャル・レスポンス・アンド・マキシマム・ライクリーフッド (PRML) 識別方式を用いて識別信号を得る情報記録再生装置において、正パターンとその理想信号、これに対応する誤パターンとその理想信号、前記正パターンと誤パターンとのユークリッド距離のテーブルと、識別信号と同期した記録信号が上記テーブルの何れかのパターンと一致した40 場合、前記正パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離と、誤パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離との差を算出する手段と、前記差の分布の平均、標準偏差を用いて再生信号を評価する手段と、を具備する情報記録再生装置。

【0016】(3) 識別方式にパーシャル・レスポンス・アンド・マキシマム・ライクリーフッド (PRML) 識別方式を用いて識別信号を得る信号評価方法において、正パターンとその理想信号、これに対応する誤パターンとその理想信号、前記正パターンと誤パターンとの50

ユークリッド距離のテーブルを参照し、前記識別信号が上記テーブルの何れかのパターンと一致した場合、前記正パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離と、誤パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離との差を算出し、前記差の分布の平均、標準偏差を用いて再生信号を評価する信号評価方法。

【0017】(4) 識別方式にパーシャル・レスポンス・アンド・マキシマム・ライクリーフッド (PRML) 識別方式を用いて識別信号を得る信号評価方法において、正パターンとその理想信号、これに対応する誤パターンとその理想信号、前記正パターンと誤パターンとのユークリッド距離のテーブルを参照し、識別信号と同期した記録信号が上記テーブルの何れかのパターンと一致した場合、前記正パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離と、誤パターンの理想信号と再生信号のユークリッド距離との差を算出し、前記差の分布の平均、標準偏差を用いて再生信号を評価する信号評価方法。

【0018】(5) 上記いずれか一の情報記録再生装置により情報が記録され、前記評価値が所定値より悪い場合は、所定の改善処理が行なわれた情報記録再生媒体。

【0019】(6) 上記いずれか一の信号評価方法で推定 bER が 1×10^{-3} 以下である情報記録再生媒体。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明による情報記録再生装置とその信号評価方法及び情報記録再生媒体の実施形態を説明する。

【0021】具体的な実施形態の説明の前に、本発明の原理を説明する。ここでは、先ず、PRML 方式において、ある記録パターンTが別のパターンFに誤識別される確率を考える。パターンTがパターンFに誤識別される条件は、再生信号をS、パターンT、Fの理想信号を各々PT、PFとしたとき

【数13】

$$D = E_{F,S}^2 - E_{T,S}^2 < 0 \quad (1)$$

【数14】

$$E_{1,2} = \sqrt{\sum_1 (p1_i - p2_i)^2} \quad (2)$$

である。なお、D値が0以上の場合は、パターンTがパターンFに誤識別されることがない。パターンTのパターンFへ誤識別が発生する確率は、累積したD値(式(1)で定義)の分布を正規分布と仮定し、その平均、標準偏差を各々 μ 、 σ とすると、

【数15】

$$F(0) = \int_{-\infty}^0 \frac{\exp\{-(x - \mu)^2 / 2\sigma^2\}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dx \quad (3)$$

と表される。誤りの発生確率の高いパターンT、Fに対し、式(3)を求めることにより、評価値、及び bER の推定値が次のように求められる。

【0022】

$$\text{評価値} = \Sigma C_T \cdot \mu / \sigma \cdot H_{T, F} \quad (4)$$

$$\text{推定 } bER = \Sigma C_T \cdot F(0) \cdot H_{T, F} \quad (5)$$

ただし、 C_T は、パターンTの発生確率、 $H_{T, F}$ は、パターンTとパターンFのハミング距離を示す。

【0023】続いて、パターンT、Fの選定方法を述べる。パターンT、Fの選定方法には、式(2)のユークリッド距離を用いるのが有効である。一般的に、パターンTとパターンFのユークリッド距離 $E_{T, F}$ の増加に対し、誤り発生確率は指数関数的に減少する。したがって、ユークリッド距離 $E_{T, F}$ がある値以下となるパターンのみから、推定 bER を求めることができる。

【0024】第1実施形態

以上の原理に基づいた本発明の第1実施形態による情報記録再生装置の一実施形態を図1に示す。光ディスク11にマーク、スペースとして記録された情報は、光ヘッド装置(PUH)12を通して微弱なアナログ信号として読み出される。微弱なアナログ信号はプリ増幅器13で十分な大きさに増幅される。増幅されたアナログ再生信号は、アナログデジタル(AD)変換器14でデジタル再生信号に変換される。

【0025】デジタル再生信号は等化器15によって使用するPR特性に応じた波形へと等化され、ビタビ復号器16と評価値算出器200へ送られる。ビタビ復号器16では、デジタル再生信号がビタビアルゴリズムに従って二値の識別データへ復号される。識別データは、図示しない後段回路へ送られ、必要に応じて復調、誤り訂正等の処理を施された後、ユーザへと渡される。

【0026】また、識別データは、評価値算出器200へも送られる。評価値算出器200は等化器15からの入力とビタビ復号器16からの入力を用いて評価値を計算する。

【0027】評価値算出器200は、遅延器201、評価値計算器202、パターン比較器203、参照テーブル204を含む。遅延器201は、等化器15の出力を時間調整するための遅延器である。パターン比較器203は、ビタビ復号器16の出力である識別データと、参照テーブル204に記憶されている誤パターンとを比較し、その比較結果を評価値計算器202に与える。比較処理の内容については、後述する。評価値計算器202が計算を実行する場合には、等化器201からの再生信号を用いて、評価値の計算を行なう。

【0028】参照テーブル204の内容は、ディスク(記録媒体)に記録されていても良く、これを読み出して使用してもよい。またこの装置自体が自動生成してもよい。

【0029】図2に評価値算出の手順を示す。ビタビ復号器16から入力された識別データに対し、評価値算出器200は予め用意した参照テーブル204のパターンを参照する(ステップB1)。参照パターンは予め用意

しておかず、算出器200により自動生成してもよい。参照テーブル204には誤り易いパターンのペアが記載されている。パターンAはパターンBに誤り易く、またその逆も同様である。これらの各ペアに対してパターンAとその理想信号、パターンBとその理想信号、パターンAとパターンBのユークリッド距離の2乗(以下 E^2_{AB})が参照テーブル204に記憶されている(図3参照)。

【0030】ここで、理想信号とは各パターンのFIRフィルタ出力であり、パターンから理想信号を、またその逆も容易に生成可能なため、参照テーブル204にはパターンか理想信号のどちらか一方を記載してもよい。入力された識別データに対し、これと同じパターンがテーブル内のパターンAもしくはパターンBにある場合は E_{AS} 、 E_{BS} の計算へと進み、ない場合は次の入力について同様の処理を行なう。この時パターンA、Bのうち、識別データと一致したパターンがパターンT、もう一方がパターンFとなる。例えば、パターンAが識別データと一致した場合、 $D = E^2_{FS} - E^2_{TS} = E^2_{BS} - E^2_{AS}$ である。この E_{AS} 、 E_{BS} (E_{TS} 、 E_{FS})の計算では等化器15から入力された再生信号を用いる。算出したD値は後述する方法によってそれぞれ所定の規則によって区別されメモリに格納する(ステップB2)。図6、図7、図8及び図15、図16、図17にそれぞれの方法の説明図を示す。詳しくは後述する。等化器15、ビタビ復号器16からの入力が終わった時(ステップB3)、もしくは評価値、推定 bER 算出に必要なデータが入力されたときに、メモリに格納された各D値の分布をとる(ステップB4)。この分布の標準偏差 σ 、平均 μ を用い、評価値及び推定 bER を算出する。以下に各項目の詳細を記載する。

【0031】(1-1)ユークリッド距離を用いたパターンテーブルの作成方法

図1の参照テーブル204(図2のステップB1で参照される)は変調符号及びPR特性に応じた誤りやすいパターンについて作成する。参照テーブル204はパターンAとその理想信号、パターンBとその理想信号、パターンAとパターンBのユークリッド距離 E^2_{AB} 、パターン番号から構成され、パターンA、パターンBのビット長は各変調符号とPR特性に従い変わる。今、符号ビット1がn個のものをnTマーク、また符号ビット0がn個のものをnTスペースと呼ぶと、ビット長は各変調符号における最短のTと最長のTによって変わる。以下の実施形態では、一例として、変調符号にRL(1, 7)符号(RL: Run-Length Limited)を用いるとすると、記録データ中に現われる系列

11

は2T～8Tのマークとスペースになる。参照テーブル204のビット長はこのTの範囲を考慮し決定する。パターンAとパターンBのペアを考えると、前後のnビットが同じパターン同士を考える。nの値は各PR特性の拘束長kによって変わり、 $n=k-1$ とする。PR [1221]は拘束長が4であることから、前後3ビットについて同じものから考える。例えば、[01111010]のビット列に対して[011101010]の様に前3ビット[011]、後ろ3ビット[010]が一致することである。上記条件におけるパターンAと10パターンBの最小ユークリッド距離はPR特性、変調符号によって変わる。例えばPR [1221]、RLL (1, 7) 符号の場合、最小ユークリッド距離は10であり、12, 14, 16, ...と続く。これらの内、参照テーブル204にはエラーの発生確率が高いものについて記載する。パターン数を増やすとより正確な値が得られるが、処理が多く反面もある。このパターン数は要求される仕様に依じて決定すればよい。本実施形態においてはPR [1221]、RLL (1, 7)を用いており、この場合ユークリッド距離 E^2_{AB} が10, 12, 14のパターンを記載するのが適当であるので、このユークリッド距離を持つペアを参照テーブルに記載する。具体的には図3のようになる。この参照テーブル204は変調符号及びPR特性に応じて作成する。

【0032】記載されているエラーの種類に関しては、各Tのエッジが1ビットシフトする、2Tがシフトする、連続した2Tが玉突きでシフトする等、実際の再生信号において識別エラーの起こりやすいパターンである。本実施形態では図3におけるパターンのビット長はユークリッド距離毎に変長としてあるが、場合によ30てはそれぞれのビット長を一致させることもできる。この場合、各パターンのビット長は最長のビット長に合わせてテーブルを作成する。本実施形態においてはユークリッド距離 $E^2_{AB}=14$ のパターンが最長となるのでこれに合わせる。このテーブルを逐次参照しながら処理を進める。

【0033】

(1-2) $D = E^2_{FS} - E^2_{TS}$ の計算

図2のステップB2のD値の計算を図5を用いて説明する。評価値算出器200には等化器15から再生信号40が、またビタビ復号器16からは復号した識別データが入力される。入力データはテーブル内における最長のビット長分メモリに蓄えられる。本実施形態では再生信号は8ビット、識別データは11ビットである。処理が進む度に、新たな再生信号と復号された識別データがメモリ領域に追加される。それに従い、メモリのデータは1ビットシフトして更新を行なう。このビット系列に対しテーブルを参照し、パターンA、もしくはパターンBと一致するパターン全てに関して判定を行なう。今、ビタビ復号器16より入力された識別データのビット系列が50

12

[11111111000]だとすると、テーブル内で該当するものはパターン番号2の1111000 (パターンA)、6532 (理想信号)、1110000 (パターンB)、5310 (理想信号)、10 (E^2_{AB})のエッジシフトのパターンとなる。テーブル内に記載されるパターンは各ユークリッド距離 E^2_{AB} 毎にビット長が異なるが、各パターンのビット長分がメモリ内のビット系列と一致したときには同様に検出を行なう。

【0034】このようにビット系列とテーブル内のパターンA、もしくはパターンBが一致したとき、パターンAと再生信号のユークリッド距離 E_{As} とパターンBと再生信号のユークリッド距離 E_{Bs} を計算し、D値を算出する。

【0035】等化信号が良好な場合は、図4(a)に示すように正パターンの理想信号と等化信号はほぼ一致し、そのユークリッド距離は0に近くなる。このときD値の分布は $\pm E^2_{AB}$ を中心とし、分散の狭いものとなる。しかし、等化信号が良好でない場合は、図4(b)に示すようにD値の分布は中心が E^2_{AB} からずれる、分散が広がるなどの状態が起こる。算出したD値は以下の評価値、推定BER算出方法に従いパターン毎もしくはユークリッド距離毎(本実施形態では $E^2_{AB} = 10, 12, 14$ の3種類)に区別しメモリに格納する。この手順を等化器15、ビタビ復号器16からの入力が終了するまで行なう。

【0036】(1-3) 評価値、推定BER算出
各パターン毎に算出したD値は等化器15、ビタビ復号器16からの入力が終了した時点で、以下の3通りいずれかの方法に従い分布をとり、評価値、推定BERを算出する。

【0037】(1-3-1) ユークリッド距離別算出方法

(1-2)において算出したD値はユークリッド距離毎に区別され、それぞれ分布をとり評価値、推定BERを算出する。ユークリッド距離毎に区別された分布はそれぞれ図6に示すような正規分布とほぼ一致する。これらの分布において式(1)よりエラーに相当する部分は $D < 0$ の範囲となる。よって、各分布をガウスの確率密度関数で近似し、その近似式を $D < 0$ 範囲で積分することにより、式(3)に示すユークリッド距離の種類毎の誤識別発生確率 $F(0)$ と、 μ/σ を求める。いま、ユークリッド距離は(10, 12, 14)の3種類であるので、D値の分布は3つである。それぞれの分布より評価値算出のために μ/σ を、推定BERの算出のために $F(0)$ を求める。これらを用いて式(4)により評価値を、式(5)により推定BERを算出する。ユークリッド距離毎に区別する理由はハミング距離(符号間の距離)が異なるためである。具体的にはユークリッド距離dが10の場合、例えば00001111が00011111に誤るパターンについてハミング距離は1となり、ユー

13

クリッド距離 d が 12 の場合、例えば 000011000 が 000110000 に誤るパターンについてハミング距離は 2 となり、ユークリッド距離 d が 14 の場合、例えば 00001100111 が 0001100111 が誤るパターンについてハミング距離は 3 となる。下記の算出方法にあるようにガウスの確率密度関数は非線型な関数であるため、ハミング距離にしたがって D 値の分布を区別する必要がある。また式 (4), (5) における C_T は PR 特性、変調符号に応じて決定する。これは PR 特性、変調符号によって記録データ中の各パターンの発生確率が違うためである。こうして決定される係数 C_T , H_T , F は計算器によってその都度算出しても良いし、あらかじめメモリに用意しても良い。以上の

(1-3-1) における推定 bER 算出方法の流れを図 12 のブロック図に示す。ビタビ復号器から入力された識別データに対し、まずパターン比較器 203 が識別データと参照テーブル 204 とを比較する。参照テーブル 204 内に識別データと一致するパターン (A もしくは B) がある場合、理想信号生成器 301 はそのパターンの理想信号を生成、もしくは理想信号取得器 302 は参照テーブル 204 内の理想信号を取得する。D 値計算器 303 は遅延器 201 を介して等化器から入力された再生信号 (等化信号) と理想信号から D 値を計算する。算出した D 値は D 値選別器 304 によって、識別データと一致した参照テーブル内のパターンにおける E_{AB}^2 毎 (10 or 12 or 14) に D 値メモリ 305 に格納する。各 D 値メモリ 305 内のサンプル数が十分となった場合、計算器 308 はそれぞれの μ/σ と、式 (3) に示すユークリッド距離の種類毎の誤識別発生確率 F

(0) とを求める。算出器 309 はこれらの合計を評価値あるいは推定 bER を算出する。

【0038】(1-3-2) エラーのタイプ別算出方法 (1-2) において算出した D 値はエラーのタイプ毎に区別され、それぞれ分布をとり、評価値、推定 bER を算出する。エラーのタイプ毎に区別された分布はそれぞれ図 7 にあるような正規分布とほぼ一致する。エラーのタイプについて説明する。ユークリッド距離 d が 10、または 14 の場合、図 3 にあるようにパターン A がパターン B に誤る場合は、マークのエッジが短くなるエラーであり、逆の場合は長くなるエラーとなる。信号にオフセットがのっている場合、 $D = E^2 F_S - E^2 T_S = E^2 B_S - E^2 A_S$ の分布と、 $D = E^2 F_S - E^2 T_S = E^2 A_S - E^2 B_S$ の分布は中心が異なる。この場合、分布の正規性が悪くなる。よってこの場合、 E^2_{AB} が 10、14 の D 値は、図 7 に示すようにそれぞれ $D = E^2 F_S - E^2 T_S = E^2 B_S - E^2 A_S$ と $D = E^2 F_S - E^2 T_S = E^2 A_S - E^2 B_S$ に区別し、分布は計 4 つとなる。また、 E^2_{AB} が 12 のパターンの場合、図 3 にあるように 2T のシフトエラーに

14

関するものであるが、これらは図 7 に示すように 2T マークのものと 2T スペースのものに分類できる。具体的にはパターン番号 11, 12, 15, 16 が 2T マークに関し、パターン番号 9, 10, 13, 14 が 2T スペースに関する。再生信号に非対称などが存在すると、2T マークと 2T スペースの D の分布の中心が異なる。この場合分布の正規性が悪くなる。このため D 値は、2T マークのパターンと 2T スペースのパターンに区別され、分布は 2 つとなる。よって本実施形態においては、 E^2_{AB} は 10, 12, 14 の 3 種類であるので計 6 通りの評価値、推定 bER が算出される。各評価値、推定 bER の算出方法は 1-3-1 と同様である。以上の (1-3-2) における推定 bER 算出方法の流れを図 13 のブロック図に示す。

【0039】ビタビ復号器から入力された識別データに対し、まずパターン比較器 203 が識別データと参照テーブル 204 とを比較する。参照テーブル 204 内に識別データと一致するパターン (A もしくは B) がある場合、理想信号生成器 301 はそのパターンの理想信号を生成、もしくは理想信号取得器 302 は参照テーブル 204 内の理想信号を取得する。D 値計算器 303 は遅延器 201 を介して等化器から入力された再生信号 (等化信号) と理想信号から D 値を計算する。算出した D 値は D 値選別器 304 によって、識別データと一致した参照テーブル内のパターンにおけるエラーの種類毎 (マーク短エラー、マーク長エラー、2T スペースエラー、2T マークエラー、連続 2T エラー (マーク短に起因)、連続 2T エラー (マーク長に起因)) に D 値メモリ 306 に格納する。各 D 値メモリ 306 内のサンプル数が十分となった場合、計算器 308 はそれぞれの μ/σ と、式 (3) に示すユークリッド距離の種類毎の誤識別発生確率 F (0) とを求める。算出器 309 はこれらの合計を評価値あるいは推定 bER を算出する。

【0040】(1-3-3) 検出パターン別算出方法 (1-2) において算出した D 値は各パターン番号毎に区別され、それらの分布より評価値、推定 bER を算出する。 D 値は更にパターン番号ごとにパターン A がパターン B に誤識別されるものとパターン B がパターン A に誤識別されるものに区別する。本実施形態においてはパターン総数は 24 である。各分布は図 8 にあるような正規分布となる。本実施形態においては、パターン総数は 24 であるので計 48 通りの評価値、推定 bER が算出される。各評価値、推定 bER の算出方法は考え方は 1-3-1 と同様である。以上の (1-3-3) における推定 bER 算出方法の流れを図 14 のブロック図に示す。ビタビ復号器から入力された識別データに対し、まずパターン比較器 203 が識別データと参照テーブル 204 とを比較する。参照テーブル 204 内に識別データと一致するパターン (A もしくは B) がある場合、理想信号生成器 301 はそのパターンの理想信号を生成、も

15

しくは理想信号取得器302は参照テーブル204内の理想信号を取得する。D値計算器303は遅延器201を介して等化器から入力された再生信号（等化信号）と理想信号からD値を計算する。算出したD値はD値選別器304によって、識別データと一致した参照テーブル内のパターン毎（パターン番号1のパターンAがパターンBに誤る場合、パターン番号1のパターンBがパターンAに誤る場合、パターン番号2のパターンAがパターンBに誤る場合、・・・）にD値メモリ307に格納する。各D値メモリ307内のサンプル数が十分となった場合、計算器308はそれぞれの μ/σ と、式(3)に示すユークリッド距離の種類毎の誤識別発生確率F

(0)とを求める。算出器309はこれらの合計を評価値あるいは推定BERを算出する。

【0041】この評価値としては、例えば 10^{-3} 以下であるものが現実的である。

【0042】以上の実施形態では、PR(1, 2, 2, 1)特性を用いて説明したが、その他のPR特性でも本発明は適用可能である。実施形態では、RL(1, 7)符号を用いて説明したが、そのほかの変調符号でも本発明は適用可能である。

【0043】以上説明したように、第1実施形態によれば、誤りやすいパターンに対してパターンテーブルを予め作成することで、少ない計算量で評価値及び推定BERを算出することができる。また、各パターン毎に分布をとることで、正規性の良い分布から高精度な評価値及び推定BERを算出することができる。従来のSAMER法では、あるビット系列に対しユークリッド距離が最小となるビット系列の組を作ると、組ごとに最小となるユークリッド距離が異なる。このため $E_{next}^2 - E_{min}^2$ の分布をとった際、分布は複数に別れ評価値にならない。また、SAMER法では、平均値 μ 以下の範囲において、正規性が崩れる場合が考えられ、この時推定されるBERと実際のBERとの間に誤差が生じる可能性がある。さらに、SAMER法では、1チャンネル再生信号が入力されるごとに、全系列の理想信号とそのユークリッド距離を計算し、最小の値と次に小さい値を選択するため計算量が多くなる。

【0044】以下、本発明による情報記録再生装置とその信号評価方法及び情報記録再生媒体の他の実施形態を説明する。他の実施形態の説明において第1の実施形態と同一部分は同一参照数字を付してその詳細な説明は省略する。

【0045】第2実施形態

図9に本発明の構成を示す。光ディスク11にマーク、スペースとして記録された情報は、PUH12を通して微弱なアナログ信号として読み出される。微弱なアナログ信号はプリ増幅器13で十分な大きさに増幅される。増幅されたアナログ再生信号は、AD変換器14でデジタル再生信号へと変換される。デジタル再生信号は等化

16

器15によって使用するPR特性に応じた波形へと等化され、ビタビ復号器及び評価値算出器200Bへ送られる。復号された識別データは、図示しない後段回路へ送られ、必要に応じて復調、誤り訂正等の処理を施された後、ユーザへと渡される。

【0046】評価値算出器200Bは等化器15からの入力と、これと同期した記録データ17（遅延器18を介する）を用いて評価値を計算する。評価値算出器200Bは、評価値計算器202、パターン比較器203、参照テーブル204を含む。遅延器18は、等化器15の出力と同期して記録データ17が評価値算出器200Bに供給するための時間調整するための遅延器である。パターン比較器203は、記録データ17と、参照テーブル204に記憶されている誤パターンとを比較し、その比較結果を評価値計算器202に与える。比較処理の内容については、後述する。評価値計算器202が計算を実行する場合には、等化器201からの再生信号を用いて、評価値の計算を行なう。

【0047】図10に評価値算出の手順を示す。評価値算出器200Bは等化器15から入力された等化信号と記録データ17との同期を行なう（ステップC1）。同期された時点で記録データ17に対し、評価値計算器202はあらかじめ用意した、もしくは計算器202によって自動生成された参照テーブル204を参照する（ステップC2）。入力された記録データに対し、これと同じパターンがテーブル内のパターンA、もしくはパターンBにある場合はEAS、EBSの計算へと進み、ない場合は次の入力について同様の処理を行なう。この時パターンA、Bのうち、記録データと一致したパターンがパターンT、もう一方がパターンFとなる。例えばパターンAが記録データと一致した場合、 $D = E^2_{FS} - E^2_{TS} = E^2_{BS} - E^2_{AS}$ である。このEAS、EBS（ETS、EFS）の計算では等化器15から入力された再生信号を用いる。

【0048】算出したD値は前述した算出方法によってそれぞれ所定の規則によって区別されメモリに格納する（ステップC3）。図6、図7、図8及び図15、図16、図17にそれぞれの方法の説明図を示す。等化器15からの入力が終わった時（ステップC4）、もしくは評価値、推定BER算出に必要なデータが入力されたときに、メモリに格納された各D値の分布をとる（ステップC5）。この分布の標準偏差 σ 、平均 μ を用いて評価値及び推定BERを算出する。

【0049】(2-1) ユークリッド距離を用いたパターンテーブルの作成方法

参照テーブル204（図10のステップC2で参照される）は、図第1実施形態と同様にユークリッド距離を用いて、変調符号及びPR特性に応じた誤りやすいパターンについて作成する。参照テーブル204の内容は、ディスク（記録媒体）に記録されていても良く、これを読

17

み出して使用してもよい。またこの装置自体が自動生成してもよい。

【0050】

(2-2) $D = E^2_{FS} - E^2_{TS}$ の計算

図10のステップC3のD値の計算を図11を用いて説明する。評価値計算器202には等化器15から再生信号が、また等化信号と同期した記録データ17が入力される。このとき入力データはテーブル内における最長のビット長分メモリに蓄えられる。今の場合、再生信号は8ビット、記録データは11ビットである。処理が進む10度に、新たな再生信号と識別データと同期した記録データがメモリ領域に追加される。それに従いメモリのデータは1ビットシフトして更新を行なう。このビット系列に対しテーブルを参照し、パターンAもしくはパターンBと一致するパターン全てに関して判定を行なう。今、ビタビ復号器16より入力された識別データのビット系列が[11111111000]だとすると、テーブル内で該当するものはパターン番号2の1111000(パターンA)、6531(理想信号)、1110000(パターンB)、5310(理想信号)、10(E^2_{AB})のパターンとなる。テーブル内に記載されるパターンは各ユークリッド距離 E^2_{AB} 毎にビット長が異なるが、各パターンのビット長分がメモリ内のビット系列と一致したときには同様に検出を行なう。このようにビット系列とテーブル内のパターンA、もしくはパターンBが一致したとき、パターンAと再生信号のユークリッド距離 E_{AS} とパターンBと再生信号のユークリッド距離 E_{BS} を計算しD値を算出する。算出したD値は、第1実施形態と同様な評価値、推定bER算出方法に従い、パターン毎もしくはユークリッド距離毎(本実施形30態では $E^2_{AB} = 10, 12, 14$ の3種類)に区別してメモリに格納する。この手順を等化器15からの入力が終了するまで行なう。

【0051】(2-3) 評価値、推定bER算出

各パターン毎に算出したD値は等化器15、ビタビ復号器16からの入力が終了した時点で、第1実施形態と同様な3通りいずれかの方法に従い分布をとり、評価値、推定bERを算出する。

【0052】以上説明したように、第2実施形態によっても、誤りやすいパターンに対してパターンテーブルを予40め作成することで、少ない計算量で評価値及び推定bERを算出することができる。また、各パターン毎に分布をとることで、正規性の良い分布から高精度な評価値及び推定bERを算出することができる。

【0053】なお、本願発明は上記各実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその趣旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態は可能な限り適宜組み合わせ実施してもよく、その場合組合わせた効果が得られる。さらに、上記実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複50

18

数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果の欄で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、誤りやすいパターンに対して、予め誤パターンのパターンテーブルを作成することで、少ない計算量で評価値及び推定bERを算出する、また、各パターン毎に分布をとることで、正規性の良い分布から高精度な評価値及び推定bERを算出することができる情報記録再生装置、信号評価方法、及び情報記録再生装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による情報記録再生装置の第1の実施形態の構成を示すブロック図。

【図2】第1の実施形態の動作を示すフローチャート。

【図3】第1の実施形態の参照テーブルを示す図。

【図4】等化信号の良・不良に対する理想信号と等化信号とのユークリッド距離を示す図。

【図5】第1の実施形態の評価値算出の原理を説明するための図。

【図6】第1の実施形態のユークリッド距離毎の評価値算出の第1の例を示す図。

【図7】第1の実施形態のエラーのタイプ毎の評価値算出の第2の例を示す図。

【図8】第1の実施形態のパターン毎の評価値算出の第3の例を示す図。

【図9】本発明による情報記録再生装置の第2の実施形態の構成を示すブロック図。

【図10】第2の実施形態の動作を示すフローチャート。

【図11】第1の実施形態の評価値算出の原理を説明するための図。

【図12】第1及び第2の実施形態のユークリッド距離毎の評価値算出の第1の例を示す評価値及び推定bER算出器のブロック図。

【図13】第1及び第2の実施形態のエラーのタイプ毎の評価値算出の第2の例を示す評価値及び推定bER算出器のブロック図。

【図14】第1及び第2の実施形態のパターン毎の評価値算出の第3の例を示す評価値及び推定bER算出器のブロック図。

【図15】従来の評価値(SAMER)算出装置の構成を示すブロック図。

【図16】図15の従来例の動作を示すフローチャート。

【図17】従来の評価値の分布を示す図。

19

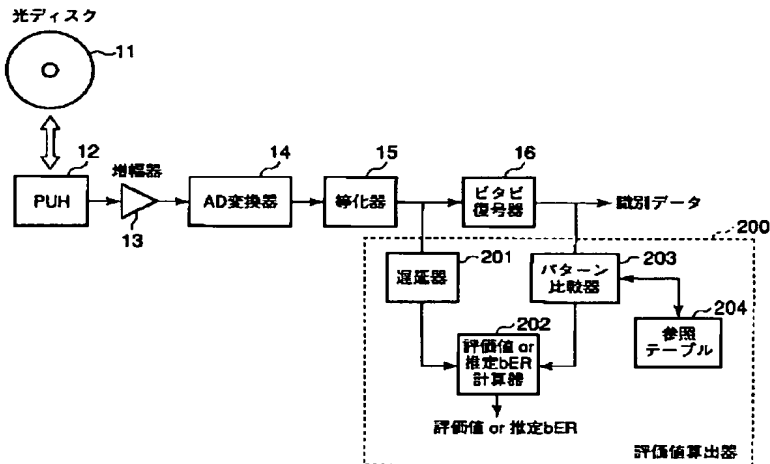
20

【符号の説明】

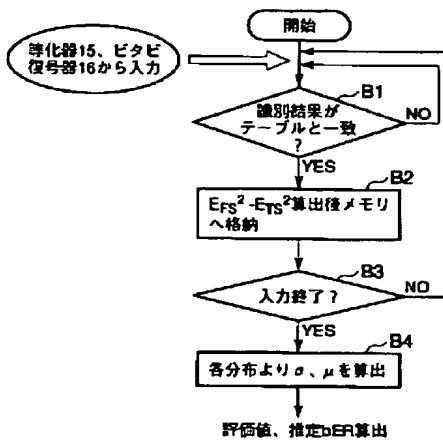
11…光ディスク
12…光ヘッド装置
15…等化器
16…ビタビ復号器

*200…評価値算出器
201…遅延器
202…評価値計算器
203…パターン比較器
*204…参照テーブル

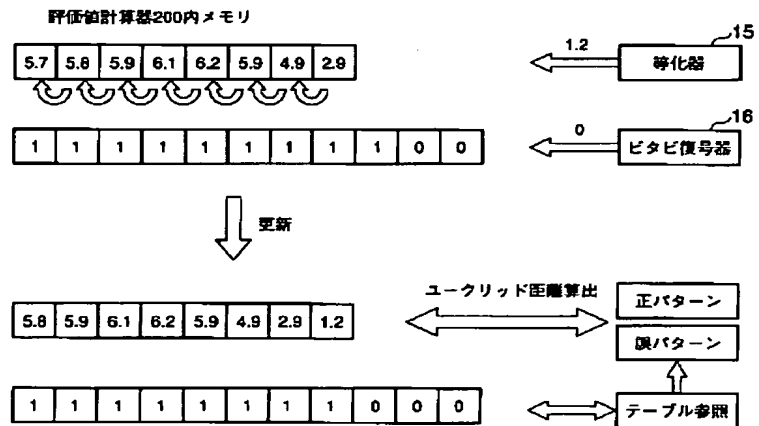
【図1】



【図2】



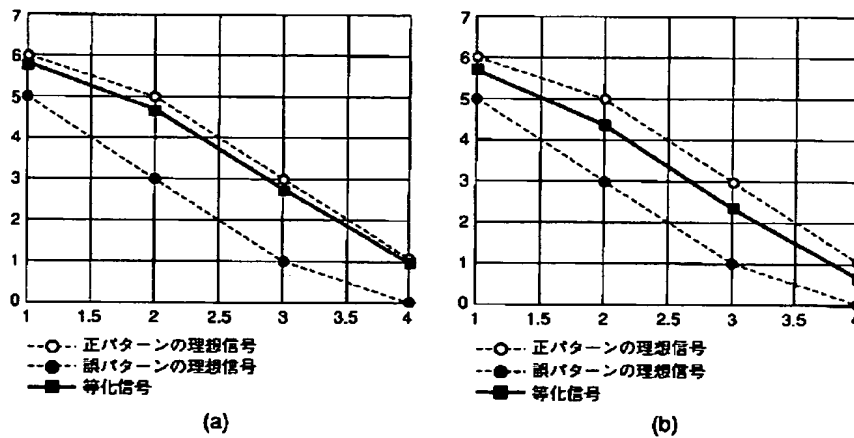
【図5】



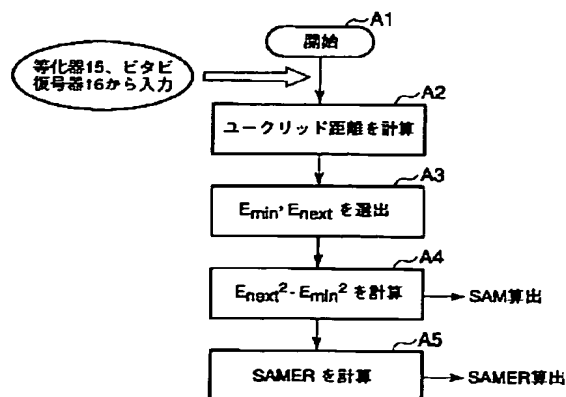
【図3】

	パターンA	理想信号	パターンB	理想信号	E^2_{AB}	パターン 号
エッジシフト	1111001	6532	1110001	5311	10	1
	1111000	6531	1110000	5310	10	2
	1001111	2356	1000111	1135	10	3
	1001110	2355	1000110	1134	10	4
	0111001	5532	0110001	4311	10	5
	0111000	5531	0110000	4310	10	6
	0001111	1356	0000111	0135	10	7
	0001110	1355	0000110	0134	10	8
2Tシフト	111100111	653235	111001111	532356	12	9
	111100110	653234	111001110	532355	12	10
	100110001	234311	100011001	113432	12	11
	100110000	234310	100011000	113431	12	12
	011100111	553235	011001111	432356	12	13
	011100110	553234	011001110	432355	12	14
	000110001	134311	000011001	013432	12	15
	000110000	134310	000011000	013431	12	16
2T玉突きシフト	11110011001	65323432	11100110001	53234311	14	17
	11110011000	65323431	11100110000	53234310	14	18
	10011001111	23432356	10001100111	11343235	14	19
	10011001110	23432355	10001100110	11343234	14	20
	01110011001	55323432	01100110001	43234311	14	21
	01110011000	55323431	01100110000	43234310	14	22
	00011001111	13432366	00001100111	01343235	14	23
	00011001110	13432365	00001100110	01343234	14	24

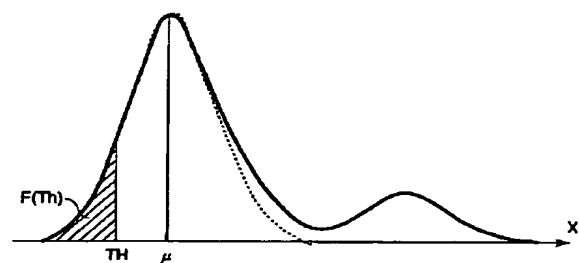
【図4】



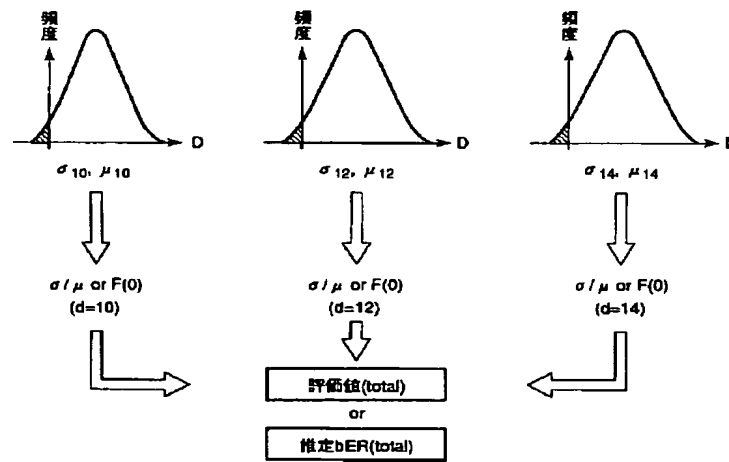
【図16】



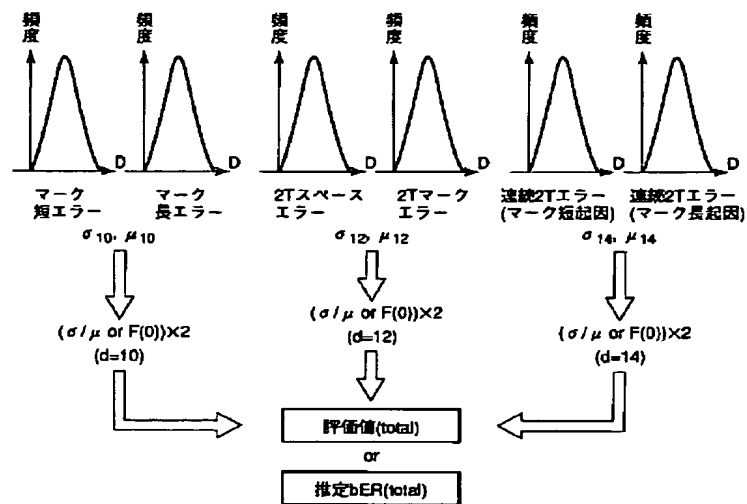
【図17】



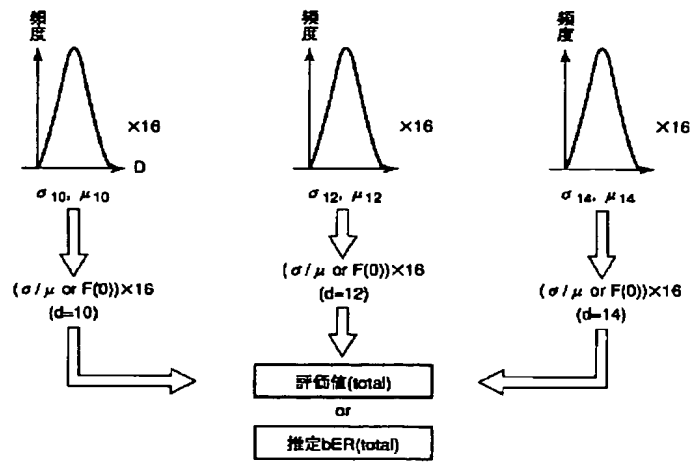
【図6】



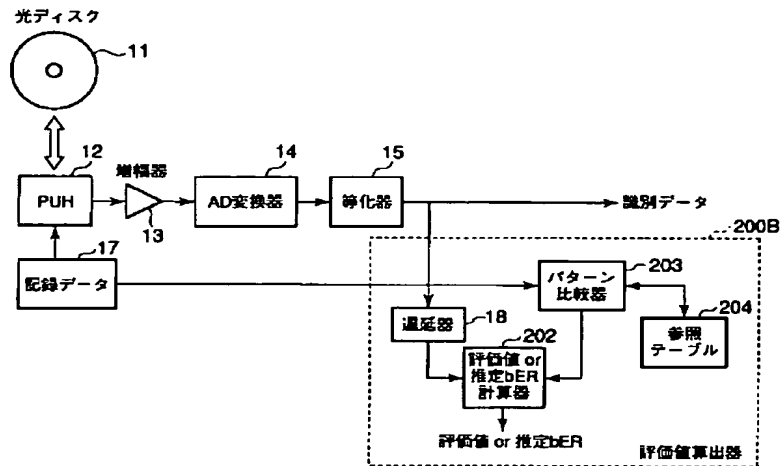
【図7】



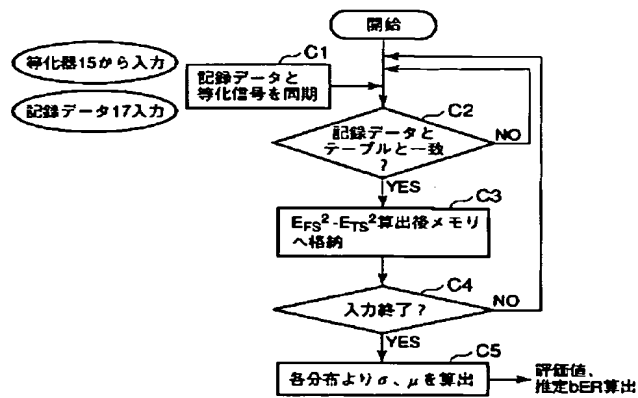
【図8】



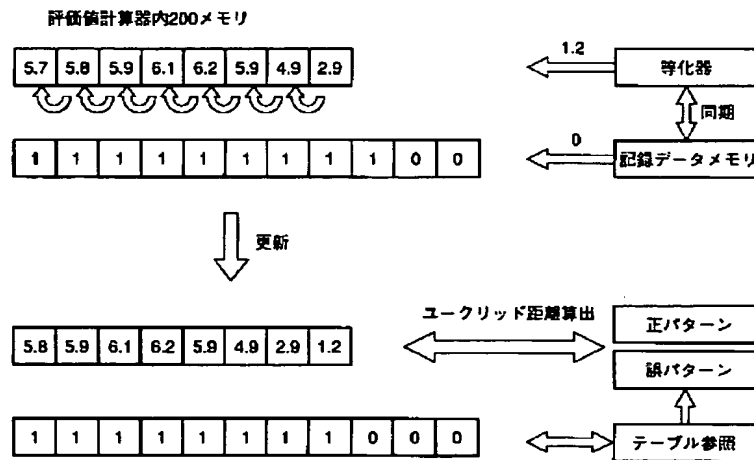
【図9】



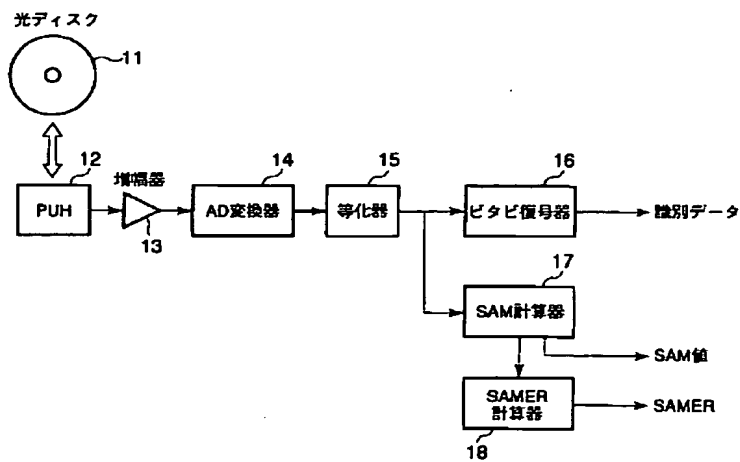
【図10】



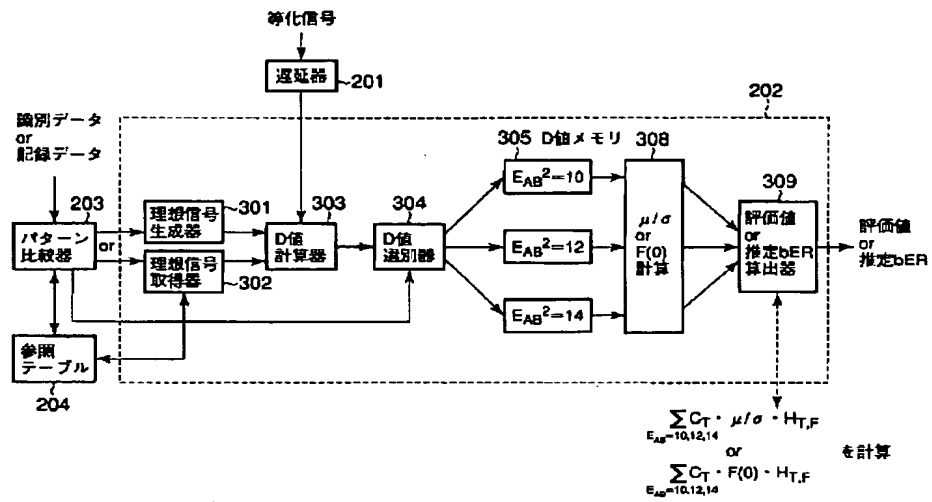
【図11】



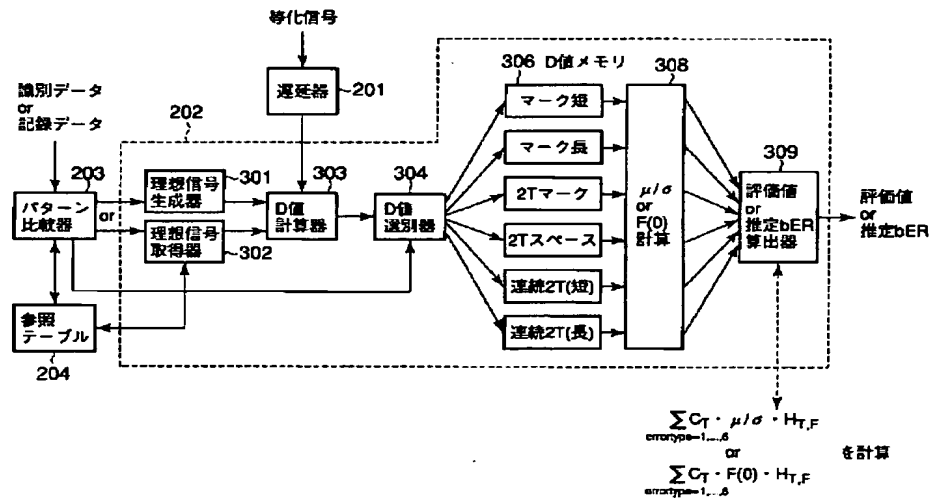
【図15】



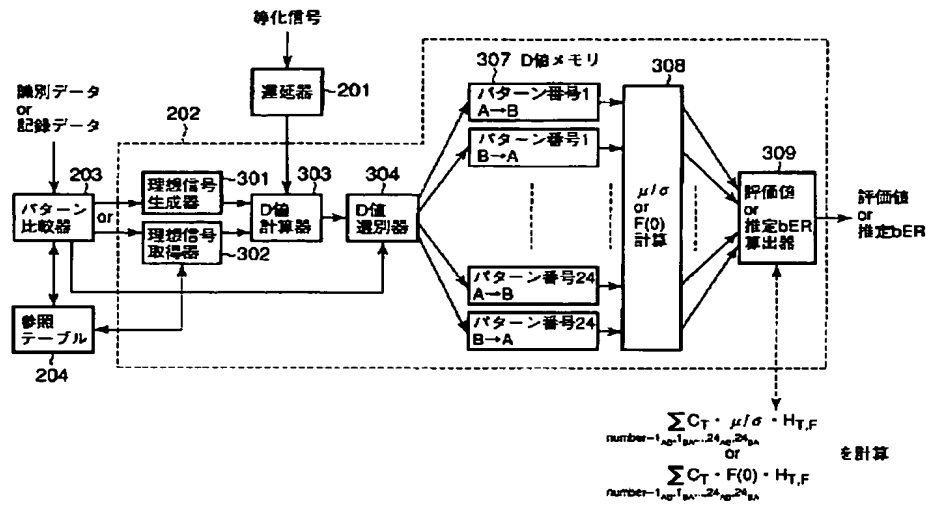
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72) 発明者 小川 昭人
 神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
 東芝柳町事業所内

F ターム (参考) 5D044 BC02 CC04 GK18 GL02 GL28
 GL32
 5D090 AA01 CC04 CC18 DD03 FF42